

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 64-054304

(43)Date of publication of application : 01.03.1989

(51)Int.Cl.

G01B 11/30

(21)Application number : 62-212255

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB
INC

(22)Date of filing : 26.08.1987

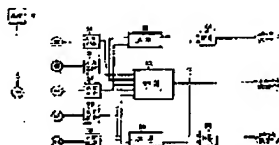
(72)Inventor : MAEDA MITSUTOSHI
SUGIYAMA SATOSHI

(54) SURFACE STATE INSPECTION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To accurately inspect the surface state of a surface to be inspected by providing a projection optical system for detection light, a main optical system for photodetection, compensation optical systems for reflected light photodetection, and an arithmetic means, and performing inspection without reference to the inclination of a projection axis and the surface to be inspected.

CONSTITUTION: A 1st optical system 100 consists of the optical system 30 for projection and main optical system 32 for photodetection, the 2nd optical system 200 consists of the optical systems 40, 42, 44, and 46 for compensation which are arranged annularly at the periphery of the optical system 30 for projection at equal intervals, and those four optical systems for compensation are provided slantingly at a specific angle θ to the projection axis of the optical system 30. Then light beams photodetected by the optical systems, 32, 40, 42, 44, and 46 are converted by photoelectric converting means 50, 52, 54, 56, and 58 into electric signals, which are summed by an adding means 60 to output a symbol indicating the surface state of the object surface 16. Further, subtracting means 62 and 64 and dividing means 66 and 68 measure the extent of the inclination of the projection axis and object surface 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

昭64-54304

⑫ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和64年(1989)3月1日

G 01 B 11/30

1 0 2

Z-8304-2F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全12頁)

⑭ 発明の名称 表面状態検査装置

⑮ 特 願 昭62-212255

⑯ 出 願 昭62(1987)8月26日

⑰ 発 明 者 前 田 光 俊 愛知県愛知郡長久手町大字長根字横道41番地の1 株式会社
社豊田中央研究所内

⑱ 発 明 者 杉 山 聡 愛知県愛知郡長久手町大字長根字横道41番地の1 株式会社
社豊田中央研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社豊田中央研究 愛知県愛知郡長久手町大字長根字横道41番地の1
所

⑳ 代 理 人 弁理士 布施 行夫 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

表面状態検査装置

2. 特許請求の範囲

(1) 検査光を被検査面に向く投光用光学系と、
受光面が前記光学系と同軸構造に形成され、被
検査面からの反射光を受光する受光用の主光学系
と、

受光軸が投光軸に対し所定の角度で傾斜するよ
う、投光軸の周囲に所定間隔で傾斜配置され、被
検査面からの反射光を受光する複数の補償用光学
系と、

前記各受光用の光学系の出力を加算し被検査面
の表面状態を演算する出力する演算手段と、

を含み、投光軸と被検査面との傾きに影響され
ることなく被検査面の表面状態を検査することを
特徴とする表面状態検査装置、

(2) 特許請求の範囲(1)に記載の装置におい
て、

投光軸の周囲に4個の補償用光学系が等間隔で

傾斜配置されたことを特徴とする表面状態検査装
置、

(3) 特許請求の範囲(1)(2)のいずれかに
記載の装置において、

前記演算手段は、

投光軸を換えて相対向する補償用光学系の出力を
差分演算する演算回路を有し、各演算回路の出力
に基づき投光軸の被検査面に対する傾き角を求め
ることを特徴とする表面状態検査装置、

(4) 特許請求の範囲(1)～(3)のいずれか
に記載の装置において、

前記演算手段は、

検出された傾き角が所定範囲角を上回ったとき
アラーム信号を出力することを特徴とする表面状
態検査装置、

3 発明の簡単な説明

[産業上の利用分野]

本発明は表面状態検査装置、特に被検査面の表
面状態を光学的に検査する表面状態検査装置の改

特開昭64-54304(2)

長に関する。

【従来の技術】

今日各分野において各種製品の表面状態の検査、測定が幅広く行われており、このような検査、測定を効率よくかつ正確に行うために、従来より各種の表面状態検査装置の提案、実用化が行われている。

この種の従来装置の一つとして、例えば特開昭59-143909号に係る装置が周知であり、この従来装置は、被検査面の表面状態を反射光量に基づき測定している。

しかし、このような従来装置では、光を投光光するプローブの、物体表面に対する傾き角および距離を常に一定に保持しなければ正確な測定ができず、その取扱が非常にやっかいであるという問題があった。

第15図には、このような従来装置の一例が示されており、この従来装置は、角度θで配置された一組の光学系10および12を有し、これら各

光学系10および12は、それぞれその投光軸および受光軸が同軸構造に形成され、光学系10を介して光量14からの検査光を被検査面16へ投光している。

また、被検査面16からの反射光は光学系10および12を用いて受光し、センサ18および20を用いてこれを光電変換し演算装置22へ入力している。

そして、演算装置22は、各センサ18および20からの入力信号(Fθ、F0)の比(Fθ/F0)に基づき、被検査面16の表面の粗さを測定している。

ところで、投光された光は、被検査面16の表面の粗さに応じた特有の反射強度分布を示し、その反射光を、一方は被検査面16と垂直に、もう一方はある角度θをもって受光すると、得られる2つの受光量には差が出てくる。

すなわち、第16図(a)に示すように、投光軸を被検査面16と垂直に設定した場合に、投光軸と同軸の光学系10から得られる受光量F0は、

発明の目的

本発明は、このような従来の課題にかんがみて成されたものであり、その目的は、被検査面に対する投光軸の傾きに影響されることなく、被検査面の表面状態を正確に検査することのできる表面状態検査装置を提供することにある。

投光軸と角度θをなす光学系12から得られる受光量Fθより大きい。

従って、これら各光学系10および12の受光量の比を求めることにより、被検査面16の表面の粗さを知ることができる。

【発明が解決しようとする問題点】

しかし、このような従来装置は、投光軸の傾きが被検査面16に対し垂直でなくなると、反射強度分布Fが第16図(b)に示すようになる。

従って、このとき一方の光学系10から得られる受光量F0は、前記受光量Fθより小さな値となり、もう一方の光学系12から得られる受光量Fθは、前記受光量F0より大きな値となる。

このため、被検査面16の表面状態が同じでも、投光軸が傾き被検査面16に対し垂直でなくなると、各光学系10、12から得られる受光量比がその都度異なった値となり、被検査面16の表面状態を正確に測定することができないという問題があった。

【問題点を解決するための手段】

前記目的を達成するため、本発明の装置は、

検査光を被検査面に導く投光用光学系と、

受光面が前記光学系と同軸構造に形成され、被検査面からの反射光を受光する受光用の主光学系と、

受光軸が投光軸に対し所定の角度で傾斜するよう、投光軸の周囲に所定間隔で偏位配置され、被検査面からの反射光を受光する複数の補助用光学系と、

前記各受光用の光学系の出力を加算し被検査面の表面状態を表す信号を出力する演算手段と、

特開昭64-54304(3)

を含み、投光軸と被検査面との傾きに影響されことなく被検査面の表面状態を検査することを特徴とする。

以下に、本発明の構成を更に具体的に説明する。

第1図には、光学系の詳細な構成が示されており、本発明にかかる装置は、第1の光学系100と、第2の光学系200とから構成されている。

第1の光学系100は、光源14からの検査光を被検査面16へ向け投光用光学系30と、被検査面16からの反射光を受光する受光用主光学系32とから構成されている。

そして、受光用主光学系32は、その受光軸が光学系30の投光軸と同軸構造となるよう構成されている。

また、第2の光学系200は、投光用光学系30の周囲に輪状配置され被検査面からの反射光を受光する複数の補償用光学系を用いて構成され、同図においては、等間隔に輪状配置された4個の補償用光学系40、42、44、46から構成されている。

の出力の差分を演算する演算手段62と、補償用光学系42および46の出力の差分を演算する演算手段64とが設けられ、演算手段66、68を用いて加算手段60の出力(Vd)を各演算手段62、64の出力(Vs)で割り算することで、投光軸と被検査面16との傾きの程度を判定している。

〔作用〕

本発明は以上の構成からなり、次にその作用を説明する。

まず、第3図(a)に示すように、第1の光学系100を用い、光源14から発せられる検査光を、投光用光学系30を介して被検査面16へ垂直(この状態を傾き0という)に投光し、被検査面16からの反射光を受光用の主光学系32により受光する。

このとき、被検査面30に投光された光は、その表面状態によって特有の反射特性(正反射光と拡散反射光と吸収とが混在)を持つ。

すなわち、表面が滑らかなときにはその正反射光

そして、これら各補償用光学系40、42、44、46は、その受光軸が光学系30の投光軸に対し所定角度θだけ傾くよう設置されている。

従って、同図において、光学系40および44は、光学系30を挟んで互いに向向するようγ-α平面内に配置されることとなる。また、光学系42および46は、光学系30を挟んで互いに向向するようγ-α平面内に配置されることとなる。

また、第2図には演算手段の具体的な構成が示されており、前記各光学系32、40、42、44、46で受光された光は、光電変換手段50、52、54、56、58を用いて電気信号に変換され、その後加算手段60を用いて加算され、被検査面16の表面状態を表す信号として出力される。

また、本発明においては、投光軸を挟んで相対称する補償用光学系の出力の差分を演算する装置の演算手段を設け、各補償手段の出力に基づき投光軸の被検査面に対する傾き角を求めることが好ましい。

同図においては、補償用光学系40および44

強度が大きく、分布も鋭い形態となり、これとは逆に表面が荒いときには、その正反射光強度が小さく、分布は広がる形態となる。

このことから、正反射光強度のピーク値および分布を測定することによって、被検査面16の表面状態を知ることができる。

しかし、この第1の光学系100のみを用いて反射強度のピーク値および分布を正確に測定しようとする場合には、投光軸と被検査面16との傾きを0に設定する必要がある。もしこの関係が崩れ、例えば第3図(b)に示すように傾きが0でなくなると、反射強度分布の形態が崩れ測定値が変動し正確な測定ができなくなる。

しかし、手動測定を行うとき、投光軸と被検査面16との傾きを固定することは困難であり、特に自由曲面を測定対象としたときにこの関係を保持しながら測定を行うことは極めて難しく、通常の仕様測定では測定が不正確になり易い。

本発明の特徴的事項は、第1の光学系100に第2の光学系200を組み合わせて用いることによ

特開昭64-54304(4)

り、傾きが0でないときも、傾き0のときと同等の受光量を得るようにし、通常の仕様測定を行う場合でも、被検査面16の表面状態を正確に測定可能としたことにある。

第1図において、第2の光学系200は4本の補償用光学系40、42、44、46から構成され、投光軸を中心として等間隔に輪状配置され、しかも投光軸に対し所定の傾きで傾斜している。

従って、この第2の光学系200は、第4図(a)に示すように傾きが0のとき、反射強度分布のピークから外れた反射強度の小さい、いわゆる拡散反射光を受光するのみである、このため、その受光量は少量であり、しかも各受光軸40、42、44、46の受光量は均等になる。

そして、第4図(b)に示すように傾きが0でなくなったとき、傾き方向に配置した光学系の方向へ反射強度のピークが移動するため、傾き方向へ配置された光学系の受光量が増加する。この増加分は、傾くことによって減少した第1の光学系100の受光量の減少分と同等となり、この第2

の光学系200で得られた信号と第1の光学系で得られた信号とを加算することによって、投光軸と被検査面16との傾きによる受光量の変動、すなわち測定値の変動をなくすることができる。このようにして、本発明の装置は、第1の光学系100および第2の光学系200を組合わせて用いることにより、投光軸と被検査面16との傾きが変化した場合でも被検査面16の表面状態を正確に測定することができる。

また、本発明において、各計算手段66、68は、加算手段60から出力される全光電変換手段50、52、…58の出力の加算値を、対応する減算手段62、64から出力される減算値を用いて計算し、投光軸と被検査面との傾き、すなわち第1図に示すように、プロープAと被検査面16との傾き角 α ($x-z$ 平面内での傾き)、 β ($y-z$ 平面内での傾き)を演算することができる。

[発明の効果]

以上説明したように、本発明によれば、投光軸

と被検査面との傾きが変動した場合でも受光量を一定に補償し、被検査面の表面状態を正確に測定することができるという効果がある。

[実施例]

次に本発明の好適な実施例を図面に基づき説明する。なお前記第1図に示す装置と対応する部材には同一符号を付しその説明は省略する。

第1実施例

第5図には、本発明に係る表面状態検査装置の好適な実施例が示されており、実施例の装置は、被検査面16に向け投光光を投光受光する光学系を内蔵したプロープAと、このプロープAからの信号に基づき被検査面16の表面状態を判定する信号処理回路Bとから構成されている。

前記プロープAは第1図に示すように、光部14から出力される検査光を導き被検査面16に投光する投光用光学系30と、被検査面16からの反射光を受光する光学系32、40、42、44

および46を内蔵している。

第6図(a)(b)には、前記プロープAの具体的な構成が示されており、前記各光学系30、32、40、…46はそれぞれ光ファイバーを用いて形成されており、外部に設けられた光源14から発せられる検査光は光ファイバーを用いて形成された投光用光学系30を介して被検査面16へ向け投光され、被検査面16からの反射光は光ファイバーを用いて形成された各受光用の光学系32、40、42、…46を用いて受光される。

このとき、被検査面16からの反射光には正反射光と拡散反射光とが混在しており、その反射強度分布は被検査面16の表面状態によって変化する。

実施例において、受光用の主光学系32は投光用光学系30と同軸構造に形成され、主として被検査面16からの正反射光を受光するよう形成されている。

また、残りの補償用光学系40、42、…46

特開昭64-54304(5)

は、受光軸が投光軸に対し所定角度 θ で傾斜するよう、受光軸の周囲に等間隔で輪状配置されている。このため、これら各光学系40、42、…46は、主として被検査面16からの拡散反射光を受光する。

第7図には、前記各光学系30、32、40、42、…46の具体的な取付け構造が示されており、同図(a)はアロープAの側面図、同図(b)はその平面図である。

同図に示すように、投光用光学系30と受光用主光学系32は、投光面および受光面を構成する一組で同軸構造になっており、その他端部で2本に分岐し、その内の1本は光源16へ、残りの1本は信号処理回路Bへ接続されている。

第8図には、信号処理回路Bの具体的な構成が示されており、この信号処理回路Bは、光電変換回路50、52、…58と、加算回路60および表示回路62とから構成されている。

そして、各受光用の光学系32、40、42、…46を用いて受光される光信号を光電変換回路

50、52、…58を用いて電気信号に変換し、その電気信号をさらに加算回路60を用いて加算し、その加算値を表示回路62上に表示する。

このような本実施例の表面状態検査装置を用いて、投光軸と被検査面16との傾きが測定値にどのような影響を与えるかについて実験を行ったところ、次のような測定データを得ることができた。

測定は、まずアロープAを被検査面16に当て、アロープAについている測定スイッチボタンを操作することにより行った。

この測定の結果、従来のように補償用の光学系40、42、…46を使用せずに投光軸と被検査面とを傾けた場合には、その測定値の変動は $20\% \pm 5^\circ$ となったのに対し、本発明のように補償用光学系40、42、…46を用いた場合には、その測定値の変動を $2.5\% \pm 5^\circ$ まで小さくできることが確認された。

この実験結果からも明らかなように、本発明によれば投光軸と被検査面16との傾きによる影響を受けることなく、被検査面16の表面状態を正

確に検査可能であることが理解されよう。

測定実験

また本発明者は、実施例の装置を用い、表面状態が異なる3種類(O、P、Q)の被検査面16を対象として測定実験を行った。ここにおいて、サンプルとなる被検査面16は、表面がO、P、Qの順に粗くなっている。

実験は、第9図に示すように、検査光を被検査面16に対し20度の入射角で投光して行なった。

第10図には、被検査光の入射角を基準とした走査角で、被検査面16からの反射光を測定したデータが示されている(このとき、反射光中に含まれる正反射光の反射角は20度となるため、走査角40度するとき反射光はピーク値を示す)。

同図に示すO、P、Qの各測定データから明らかな様に、被検査面16の表面状態が異なれば、その反射パターンもピーク値も異なる。

しかも、走査角48度付近では、OとPの受光量はほぼ等しく、走査角53度付近では、OとQ

の受光量がほぼ等しくなることから、従来のように補償用の光学系を用いない装置では、被検査面16に対する傾きが異なると、その測定データが異なった値となり正確な検査を行なうことができない。

第11図～第13図には、本実施例の装置を用いて得られた測定データが示され、第11図は、加算回路60から出力される全受光用光学系32、40、42、44、46の総受光量を表し、第12図は、受光用の主光学系32の受光量を表し、第13図は、補償用光学系40、42、44、46の総受光量を表している。ここにおいて、横軸の傾きは走査角40度(正反射光の受光角度)を基準として表している。

なお、実験の結果、第9図に示す検査光は、本実施例の装置の投光用光学系30とは別個の光学系を用いて投光した。

この実験から明らかなように、本実施例の装置の傾きを大きくすると、受光用の主光学系32の受光量は第12図に示すよう減少するが、補償用

特開昭64-54304(6)

光学系40、42、44、46の全受光量は、第13図に示すよう増加する。このため、加算回路60から出力される全受光用光学系32、40、42、44、46の総受光量は、第11図に示すよう、約7度付近まで傾きの影響を受け無い一定の値となり、しかもO、P、Qの各サンプルデータは互いに値のサンプルデータと交わることはない。

このことは、実施例の装置を用いれば、7度傾いても被検査面16の表面状態を正確に検査できることを意味しており、傾き許容角が1度程度の従来装置に比べ、測定姿勢の自由度が比較にならない程大きくなっていることを理解できよう。

従って、本実施例によれば、被検査面16に対する傾きの影響を受けることなく、被検査面16の表面状態を正確に検査することができる。

また、本実施例によれば、第11図に示すように、傾きが大きくなってもO、P、Qの受光量の差 ΔOP 、 ΔPQ はほぼ一定である。このため、例えば被検査面16の種類がO、P、Qの差に特定さ

れている場合には、OとP、PとQの受光量の差 ΔOP 、 ΔPQ を予め測定しておけば、受光量の差からも被検査面16の表面状態を検査することができる。

第2実施例

第14図には本発明に係る表面状態検査装置の好適な第2実施例が示されており、本実施例の特徴的事項は、信号処理回路Bに投光軸の傾き被検査面16に対する傾きを検出する傾き検出手段を設けたことにある。

実施例において、この傾き検出手段は、光電変換回路50、52および56、58の出力をそれぞれ減算回路62、64で減算し、その傾き値を対応する割算回路66、68へ出力する。

そして、各割算回路66、68は、加算回路60から出力される全光電変換回路50、52、…58の出力の加算値を、対応する減算回路62、64から出力される減算値を用いて割算し、投光軸と被検査面との傾き、すなわち第1図に示すよ

うに、プローブAと被検査面16との傾き角 α （x-z平面内での傾き）、 β （y-z平面内での傾き）を演算する。

そして、このようにして演算した傾き角 α 、 β を、傾き角表示回路70、72を用いて表示するとともに、比較回路74、76を用いて演算された傾き角が所定閾値を上回らないよう監視し、傾き角 α 、 β が基準値を上回ったときにアラーム信号を発生し、傾き角が大きすぎることに伴う表面状態検査ミスの発生を未然に防止している。

また、このようなアラーム信号を、モニタ70、80を用いて表示し、アラーム信号を視覚的に確認できるよう形成することもできる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る表面状態検査装置の概略説明図。

第2図は本発明に用いられる演算手段の一例を示すブロック回路図。

第3図は第1の光学系の測定原理の説明図であり、同図(a)は投光軸と受光面との傾き角が0

のときの説明図、同図(b)は投光軸と被検査面とが傾いたときの説明図。

第4図は本発明の測定原理の説明図であり、同図(a)は投光軸と受光面との傾き角が0のときの説明図、同図(b)は投光軸と被検査面とが傾いたときの説明図。

第5図は本発明に係る表面状態検査装置の好適な第1実施例を示す説明図。

第6図は第5図に示す装置に用いられるプローブの外観説明図であり、同図(a)はその正面説明図、同図(b)はその側面説明図。

第7図は第6図に示すプローブの投光面および受光面の説明図であり、同図(a)はプローブ先端の断面図説明図、同図(b)はプローブ先端の平面図。

第8図は第5図に示す第1実施例に用いられる信号処理回路の説明図。

第9図は第1実施例の装置を用いて行なった測定実験の説明図。

第10図はO、P、Qの各サンプルを被検査面

特開昭64-54304(7)

とし、各サンプルに対する定歪角と反射強度分布との関係を設定して得られた特性図。

第11図～第13図は、第一実施例の装置を用い、その傾きを変えながら受光量を測定して得られた特性図。

第14図は本発明の好適な第2実施例を示す説明図。

第15図は従来の表面状態検査装置の一例を示すブロック図。

第16図は第15図に示す従来の装置の測定原理の説明図であり、同図(a)は投光軸と受光面との傾き角が0のときの説明図。同図(b)は投光軸と被検面とが傾いたときの説明図である。

50、52、54、56、58 … 光電変換

手段

60 … 加算手段

62、64 … 減算手段

66、68 … 割算手段

100 … 第1の光学系

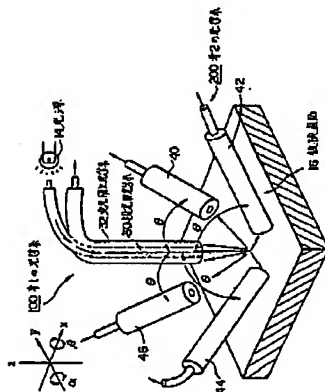
200 … 第2の光学系

代理人 弁理士 市 隆 行 夫

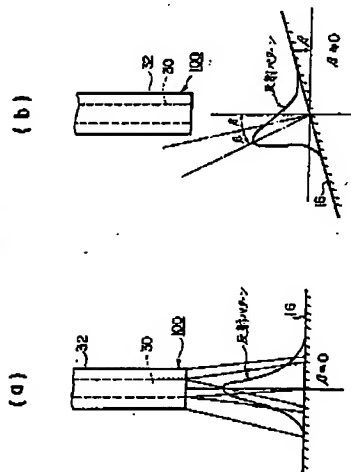
(外一名)

- 14 … 光源
16 … 被検面
30 … 投光用光学系
32 … 受光用主光学系
40、42、44、46、48 … 補償用光学系

第1図

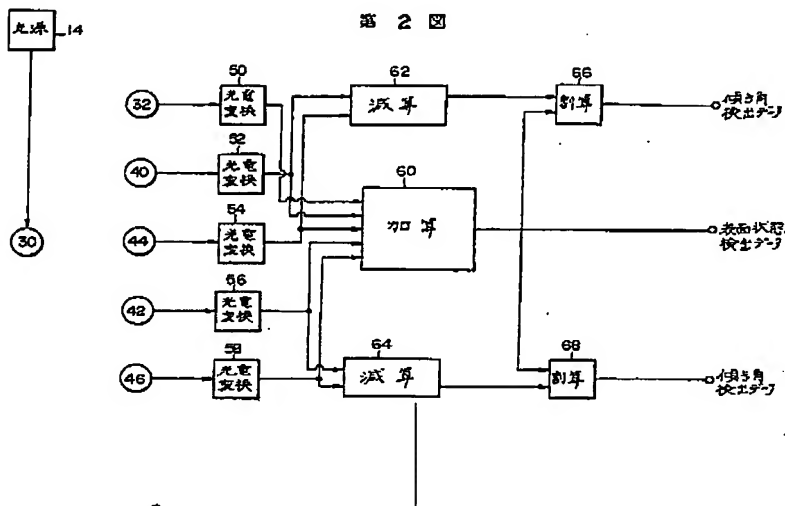


第3図

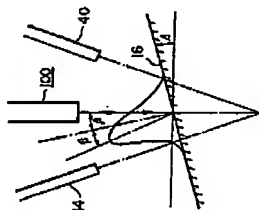


特開昭64-54304 (B)

第 2 図

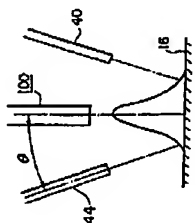


(b)

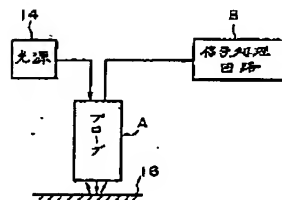


第 4 図

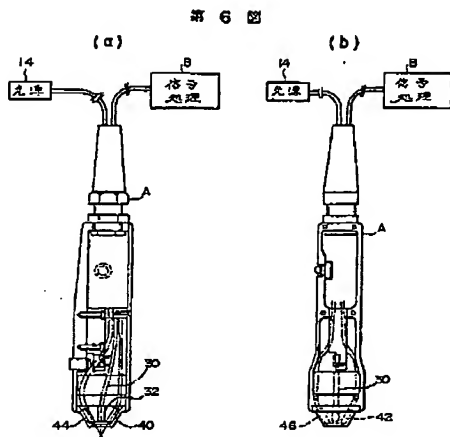
(a)



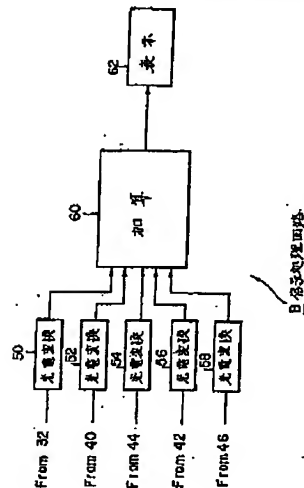
第 5 図



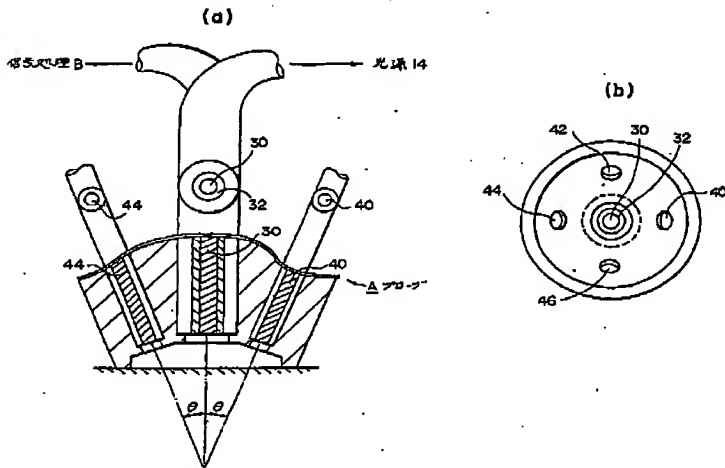
特開昭 64-54304 (9)



第 8 圖

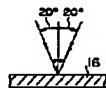


第 7 圖

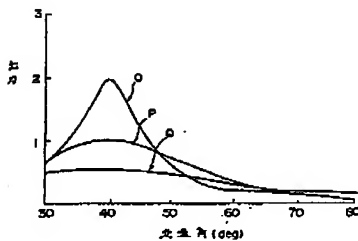


特開昭 64-54304 (10)

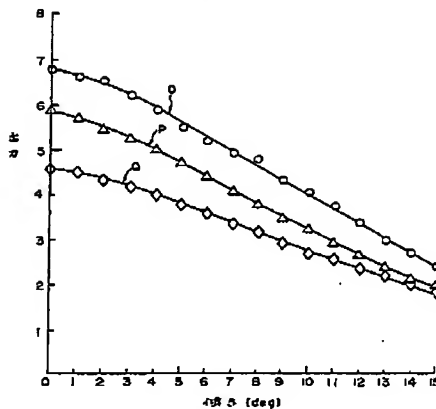
第 9 図



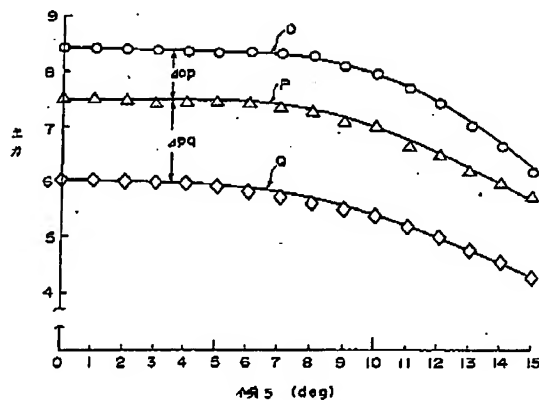
第 10 図



第 12 図

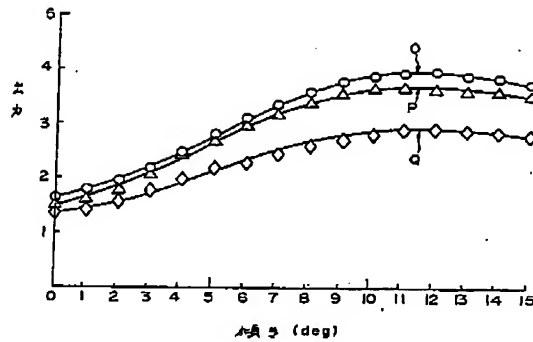


第 11 図

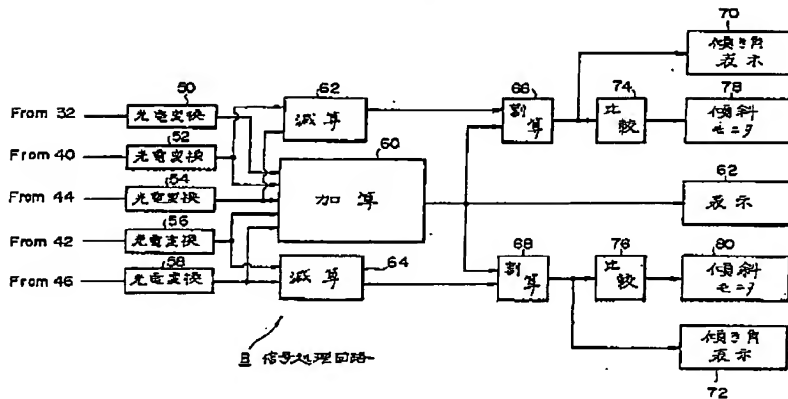


特開昭 64-54304 (11)

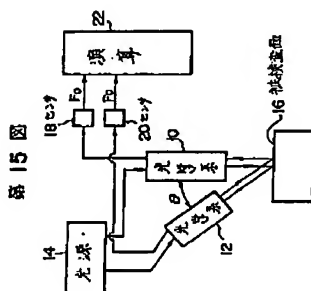
第 13 図



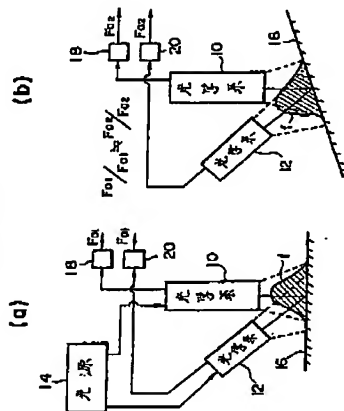
第 14 図



特開昭64-154304 (12)



第16圖



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.